

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 4月 3日

出願番号 Application Number: 特願 2003-100750

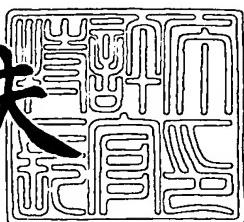
[ST. 10/C]: [JP 2003-100750]

出願人 Applicant(s): ソニー株式会社

2004年 3月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290834101

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 名取 太知

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100122884

【弁理士】

【氏名又は名称】 角田 芳末

【電話番号】 03-3343-5821

【選任した代理人】

【識別番号】 100113516

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯山 弘信

【電話番号】 03-3343-5821

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 176420

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206460

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮像領域の各センサ部に対応したオンチップマイクロレンズを有し、

前記オンチップマイクロレンズに施された射出瞳補正の縮小倍率中心が、前記撮像領域の中心からずれた位置に設定して成る

ことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】 前記センサ部、あるいは遮光膜開口が非対称形状である

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

【請求項 3】 前記縮小倍率中心からの距離に対して、前記オンチップマイクロレンズの縮小倍率が一定または変化して成る

ことを特徴とする請求 1 記載の固体撮像素子。

【請求項 4】 前記縮小倍率中心からの距離に対して、前記オンチップマイクロレンズの縮小倍率が連続的または段階的に変化して成る

請求項 1 記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の撮像カメラにおいては、固体撮像素子が広く使用されている。撮像カメラに用いられているレンズの絞りによって決定される射出瞳が存在する。撮像カメラでは、レンズ焦点から射出瞳までの距離である射出瞳距離が有限であるために、光学系の中心から周辺へと遠ざかるに従って固体撮像素子に入射する主光線が傾き、入射角度が大きくなる。

【0003】

図9は、CCD固体撮像素子の一例を示す。このCCD固体撮像素子1は、シ

リコン半導体基板1の撮像領域にフォトダイオードによる複数のセンサ部2がマトリックス状に配列形成され、各センサ部列にCCD構造の垂直転送レジスタ3が形成されて成る。垂直転送レジスタ3は、転送チャネル4上にゲート絶縁膜5を介して転送方向に複数の転送電極6を配列して形成される。垂直転送レジスタ3上にはこれを被覆するように絶縁膜8を介して遮光膜9が形成される。この遮光膜9にはセンサ部2が望む開口7が形成される。また、屈折率の異なるリフレーミング（絶縁膜）10と平坦化膜（絶縁膜）11により各センサ部2に対応する層内レンズ（この例では凹レンズ）12が形成される。さらに、層内レンズ12上にカラーフィルタ13及び平坦化膜14を介して各センサ部2に対応するオンチップマイクロレンズ15が形成される。

【0004】

このような構成の固体撮像素子1においては、センサ部2とオンチップマイクロレンズ15の配列ピッチが等しい場合、すなわちセンサ部2の直上にオンチップマイクロレンズ15が存在する場合、撮像領域の周辺（図9参照）ではオンチップマイクロレンズ15に入射した光Lがセンサ部2の中心に集光せず、センサ部2に隣接して形成されている遮光膜9に蹴られ感度低下を引き起こす。これはシェーディングと呼ばれる画面の感度むらの原因となるものである。

【0005】

このシェーディングを補正する技術としては、特許文献1に開示されているよう、センサ部2の配列ピッチよりもオンチップマイクロレンズ15の配列ピッチを小さくする方法が一般的に用いられている。具体的には、図10に示すように、オンチップマイクロレンズ15の配列ピッチを固体撮像素子の光学中心（図10では撮像領域17の中心）を中心として縮小倍率をかけることによって実現している。この場合の縮小倍率は、オンチップマイクロレンズの配列ピッチが撮像領域の全域にわたって等倍率で縮小される。これにより射出瞳補正を行い、図11に示すように、撮像領域周辺においてもオンチップマイクロレンズ15に入射した光Lをセンサ部2に集光させている。

【0006】

また、携帯電話や個人情報携帯端末などのモバイル機器に固体撮像素子が搭載

されるようになり、小型化のために射出瞳距離の非常に短い光学系が用いられている。そのため、周辺画素への光の入射角度は更に大きくなり、オンチップマイクロレンズの射出瞳補正技術が益々重要になってきている。

【0007】

近年、固体撮像素子として従来から用いられてきたCCDイメージセンサに加え、“蓄積されたMOS構造の製造技術を用いることが出来る”“低消費電力である”、などの理由によりCMOSイメージセンサが、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、モバイル機器に搭載されるようになってきた。このCMOSイメージセンサは、各画素に数個のトランジスタを有することもあり、画素内を立体的にアルミニウムなどの配線層を配置する必要がある。CMOSイメージセンサでは、このように2層以上の配線が存在するため、混色等を防止するための画素間の遮光を最上層の配線で行うのが一般的である。また、画素毎に電荷を読み出すために、信号線である読み出しゲートを各画素内に配置する必要がある。

【0008】

図4はCMOSイメージセンサの撮像領域の概略構成を示す。CMOSイメージセンサ21は、半導体基板22上にマトリックス状にフォトダイオードによる複数のセンサ部23が形成され、このセンサ部23と複数のMOSトランジスタで1画素が形成され、層間絶縁膜24を介して複数層の配線層間絶縁膜25、本例では第1層、第2層及び第3層の配線層251、252及び253が形成され、更に平坦化層26を介してカラーフィルタ27及びその上に角センサ部23に対応したオンチップマイクロレンズ28が形成されてなる撮像領域を備えて構成される。このCMOSイメージセンサ21では、例えば、垂直信号線が第1層目の配線層251に、水平リッセト線、垂直読み出し線及び垂直選択線が第2層目の配線層252に、電源線が第3層目の配線層253に相当する。このCMOSイメージセンサ21においても、図10に示すと同様にオンチップマイクロレンズ28の射出瞳補正が施される。

【0009】

ここで、読み出しゲート及び配線層の配置によっては、センサ部の形状、遮光膜の開口形状それが垂直方向または水平方向に対称ではなくなる。この場合

、従来通りにオンチップマイクロレンズの射出瞳補正を行うと、撮像素子の光学中心からの距離に対して一定の補正がかかるため、センサ部形状や遮光膜開口形状に起因して感度が特に低下する場所が存在してしまう。

【0010】

【特許文献1】

特開平1-213079号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、例えば遮光膜開口31が最上層の配線層253aで形成されており、図5のような四角形状の左下コーナ部が斜めに遮蔽された形状のセンサ部23を有したCMOSイメージセンサの場合、撮像領域（画面）31（図6参照）上の左上下コーナの場所「2」「3」及び右下コーナの場所「4」に最適な出射瞳補正を行ったときの各場所の感度は、図5に示すようになる。すなわち、画面31の右上コーナの場所「1」の感度の低下が著しい。

【0012】

場所「1」では、遮光膜開口の斜めに遮光された方向から光L1が入射してくるため、オンチップマイクロレンズ28の射出瞳補正を行うことにより図5の太斜線部分で示される斜め遮光部分32によって蹴られ光が更に増加してしまう。逆に、場所「1」にてオンチップマイクロレンズ15の射出瞳補正量を最適化した場合は、場所「2」「3」「4」の感度低下が著しいことは容易に想像できることである。モバイル機器などの射出瞳距離が短い光学系に搭載する場合にはこの現象がより顕著に現れてくるため、問題は深刻である。

【0013】

もう一つの例では、図7に示すように、左下コーナ側が斜め・垂直に遮光された形状のセンサ部23を有したCMOSイメージセンサ場合、撮像領域（画面）31（図8参照）上の右上下コーナの場所「1」「4」及び左上下コーナの場所「2」に最適な出射瞳補正を行ったときの各場所の感度は、図8に示すようになる。すなわち、画面31の場所「3」の感度の低下が著しい。

【0014】

場所「3」では、図7のセンサ部23として機能しない部分32に集光位置がずれているので、蹴られる光が発生してしまう。逆に、場所「3」にてオンチップマイクロレンズ28の射出瞳補正量を最適化した場合は、場所「1」「2」「4」の感度低下が著しくなることは容易に想像できることである。

【0015】

このようなシェーディングは、従来のオンチップマイクロレンズの射出瞳補正ではもはや補正できず、画面内で著しく暗い場所が存在してしまうことになる。また、画面中心からの距離に対してシェーディング量が一定でないため、画面周辺を電気的に明るくしてシェーディング補正を行うなどのオンチップマイクロレンズの射出瞳補正以外のシェーディング補正技術の適用も困難である。

【0016】

上述したように、非対称なセンサ部形状及び遮光膜開口形状に起因する画面中心からの距離に対して不均一なシェーディングを補正し、画面中心からの距離に対するシェーディング量を均一にすると共に、結果として感度むらの低減、その感度を向上させた固体撮像素子を提供するための技術が望まれている。

【0017】

本発明は、上述の点に鑑み、撮像領域周辺の感度低下（テーディング）の改善を図った固体撮像素子を提供するものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る固体撮像素子は、撮像領域の各センサ部に対応してオンチップマイクロレンズを有し、オンチップマイクロレンズに施された射出瞳補正の縮小倍率中心が撮像領域の中心からずれた位置に設定した構成とする。

【0019】

本発明の固体撮像素子では、オンチップマイクロレンズに施された射出瞳補正の縮小倍率中心が撮像領域の中心からずれた位置に設定されるので、非対称形状のセンサ部、遮光膜開口を有する固体撮像素子において、画面中心からの距離に対するシェーディング量が均一になる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0021】

本実施の形態に係る固体撮像素子は、複数のセンサ部がマトリックス状に配列され、少なくとも各センサ部に対応してオンチップマイクロレンズを配列してなる撮像領域を有し、オンチップマイクロレンズに施された射出瞳補正の縮小倍率中心を撮像領域の中心からずれた位置に設定して構成される。オンチップマイクロレンズの縮小倍率は、縮小倍率中心からの距離に対して一定にし、即ちオンチップマイクロレンズの配列ピッチが撮像領域の全域で一定にし、または縮小倍率中心からの距離に対して変化、即ちオンチップマイクロレンズの配列ピッチが距離の応じて異なるように設定させることができる。オンチップマイクロレンズの縮小倍率を、縮小倍率中心からの距離に対して変化させる場合は、この距離に応じて連続的にまたは段階的に変化させることができる。

【0022】

つまり、本実施の形態においては、オンチップマイクロレンズのずらし量を、撮像領域の中心からの距離に対して画素の位置（従って、センサ部の位置）によって最適なずらし量に設定される。本実施の形態では、センサ部あるいは遮光膜開口が非対称形状のときに適する。なお、対称形状のセンサ部あるいは遮光膜開口を有する場合にも、適用可能である。

【0023】

図1は、本発明の一実施の形態を示す。本実施の形態に係る固体撮像素子41は、CMOSイメージセンサに適用した場合であり、最上層の配線層及び他の配線層により、前述の図5に示すと同様に四角形状の左下コーナ部が斜めに遮蔽された非対称形状のセンサ部23を有して成る。左下コーナ部が遮光された部分（例えば図5の部分32）での入射光L1の蹴られを少なくするためには、撮像領域（画素領域）右上コーナの場所「1」の画素に対応するオンチップマイクロレンズの射出瞳補正量を、撮像領域右下コーナ、撮像領域左上コーナ及び左下コーナの場所「4」「2」「3」の画素に対応したオンチップマイクロレンズの射出瞳補正量と比較して小さくする必要がある。

【0024】

本実施の形態においては、図1に示すように、オンチップマイクロレンズ28に対して撮像領域42の光学中心よりも撮像領域42の右上を中心Oとして縮小倍率を施す。即ち、センサ部23の中心とオンチップマイクロレンズ28の中心とが一致する位置が右上の中心Oとなる。本例では、この中心Oに向って垂直方向及び水平方向のオンチップマイクロレンズ28の配列ピッチを等ピッチで縮小する。

【0025】

本実施の形態においては、図1に示すように、撮像領域42の左上コーナ、左下コーナ及び右下コーナの場所「2」「3」「4」と比較して少ない量の射出瞳補正を右上コーナの場所「1」に対して行うことができる。ここで、どの程度に縮小倍率補正中心をずらすかは、例えば各場所に対して光学シミュレーションを行った結果を基に決定することができる。

【0026】

ここで、具体的に、対角5mm、縦横比3:4の撮像領域を有するCMOSイメージセンサを、射出瞳距離6mm、F値2.8の光学系を有するレンズと組み合わせた場合を考える。遮光膜開口形状は前述の図5と同様であり、遮光膜はセンサ部から $6\mu m$ の位置に存在するものとする。

【0027】

この系において、従来のオンチップマイクロレンズの射出瞳補正を場所「3」において最適化した場合、各場所「1」「2」「3」「4」の感度は図2に示す破線aのようになる。これに対して、図1の本実施の形態を適用した場合の各場所「1」「2」「3」「4」の感度は、図2に示す実線bのようになる。即ち、撮像領域の周辺に感度は略一様になる。ここで、縮小倍率補正是、撮像領域中心から横0.18mm、縦0.14mmずらしたところを中心としてかけている。

【0028】

本実施の形態の他の例を示す。前述の図7に示すと同様の非対称形状のセンサ部を有するCMOSイメージセンサを考える。この場合は、斜めに遮光された部分（図9の部分32）での入射光の蹴られを少なくするためには、場所「3」の

左下コーナのオンチップマイクロレンズの射出瞳補正量を場所「1」「2」「4」と比較して少なくする必要がある。そこで、図示せざるもオンチップマイクロレンズに対して撮像領域の光学中心よりも左下を中心として縮小倍率を施す。即ち、センサ部の中心とオンチップマイクロレンズの中心とが一致する位置が撮像領域の左下の中心Oとなる。本例では、この中心Oに向って垂直方向及び水平方向のオンチップマイクロレンズの配列ピッチを等ピッチで縮小する。

【0029】

本実施の形態においては、場所「1」「2」「4」と比較して少ない量の射出瞳補正を場所「3」に対して行うことができる。この場合も、どの程度に縮小倍率補正中心をずらすかは、例えば各場所に対して光学シミュレーションを行った結果を基に決定することができる。

【0030】

ここで、上例と同様に、対角5mm、縦横比3:4の撮像領域を有するCMOSイメージセンサを出射瞳距離6mm、F値2.8の光学系を有するレンズと組み合わせた例を考える。遮光膜開口形状は図7と同じであり、遮光膜はセンサ部から6μmの位置に存在するものとする。

【0031】

この系において、従来のオンチップマイクロレンズの出射瞳補正を場所「3」において最適化した場合、各場所「1」「2」「3」「4」における感度は図3に示す破線cのようになる。これに対して、本実施の形態を適用した場合の各場所「1」「2」「3」「4」の感度は、図3の実線dのようになる。即ち、撮像領域の周辺に感度は略一様になる。ここで、縮小倍率補正是、撮像領域中心から横-0.26mm、縦-0.2mmずらしたところを中心としてかけている。

【0032】

上述した実施の形態に係る固体撮像素子によれば、オンチップマイクロレンズの射出瞳補正を行う際の縮小倍率補正の中心を、撮像領域の光学中心からずらした位置に設定することにより、非対称形状のセンサ部あるいは、遮光膜開口を有する固体撮像素子において、画面中心からの距離に対するシェーディング量を均一にすることがでくる。その結果、感度むらを低減し、その感度を向上すること

ができる。このように、画面中で特定のコーナが暗いなどの不均一なシェーディング特性がなくなる。これにより、電気的に画面周囲の信号レベルを上げる等のシェーディング補正がし易くなる。

【0033】

オンチップマイクロレンズの形成は、一般的にフォトリソグラフィの手法を用いて感光性樹脂を露光、現像、熱リフローすることにより実現される。オンチップマイクロレンズの配置は、オンチップマイクロレンズパターンを形成するための露光時に決定されるため、本発明の実施は、予め撮像領域の光学中心からずらした位置を中心として縮小倍率をかけたマスクを準備することにより行うことができる。

【0034】

上例では、CMOSイメージセンサへの適用について説明したが、その他、CCDイメージセンサやその他のイメージセンサへも同様に適用可能であり、その用途を制限するものではない。

【0035】

本発明は、上述の固体撮像素子を搭載することにより、シェーディングを改善した高品質の、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどの撮像カメラ、あるいは携帯電話や個人情報携帯端末等のモバイル機器を構成することができる。

【0036】

【発明の効果】

本発明に係る固体撮像素子によれば、オンチップマイクロレンズの射出瞳補正を行う際の縮小倍率補正の中心を、撮像領域の光学中心からずらした位置に設定することにより、画面中心からの距離に対するシェーディング量を均一にすることがでくる。その結果、感度むらを低減し、その感度を向上することができる。

本発明は、特に、非対称形状のセンサ部あるいは、遮光膜開口を有する固体撮像素子に適用して好適である。

【0037】

縮小倍率中心からの距離に対して、オンチップマイクロレンズの縮小倍率を一定とするときは、製造を容易にする。縮小倍率中心からの距離に対して、オンチ

ズームマイクロレンズの縮小倍率を変化するときは、より射出瞳補正を良好にする

縮小倍率中心からの距離に対して、オンチップマイクロレンズの縮小倍率を連続的または段階的に変化するときも、より射出瞳補正を良好にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る固体撮像素子の一実施の形態を示す撮像領域の概略構成図である

○

(圖2)

本発明に係る固体撮像素子の一実施の形態の撮像領域の各位置と相対感度の関係を示すグラフである。

【図3】

本発明に係る他の実施の形態の撮像領域の各位置と相対感度の関係を示すグラフである。

【四】

CMOSイメージセンサの概略構成を示す断面図である。

(四) 5)

CMOSイメージセンサの遮光膜開口形状の一例を示す要部の拡大平面図である。

〔四六〕

図5のCMOSイメージセンサにおける撮像領域の各位置と相対感度の関係を示すグラフである。

【图 7】

CMOSイメージセンサの遮光膜開口形状の他の例を示す要部の拡大平面図である。

[圖 8]

図7のCMOSイメージセンサにおける撮像領域の各位置と相対感度の関係を示すグラフである。

【圖 9】

CCDイメージセンサの概略構成を示す断面図である。

【図10】

CCDイメージセンサの撮像領域の概略構成図である。

【図11】

射出瞳補正が施されたCCDイメージセンサの周辺での断面図である。

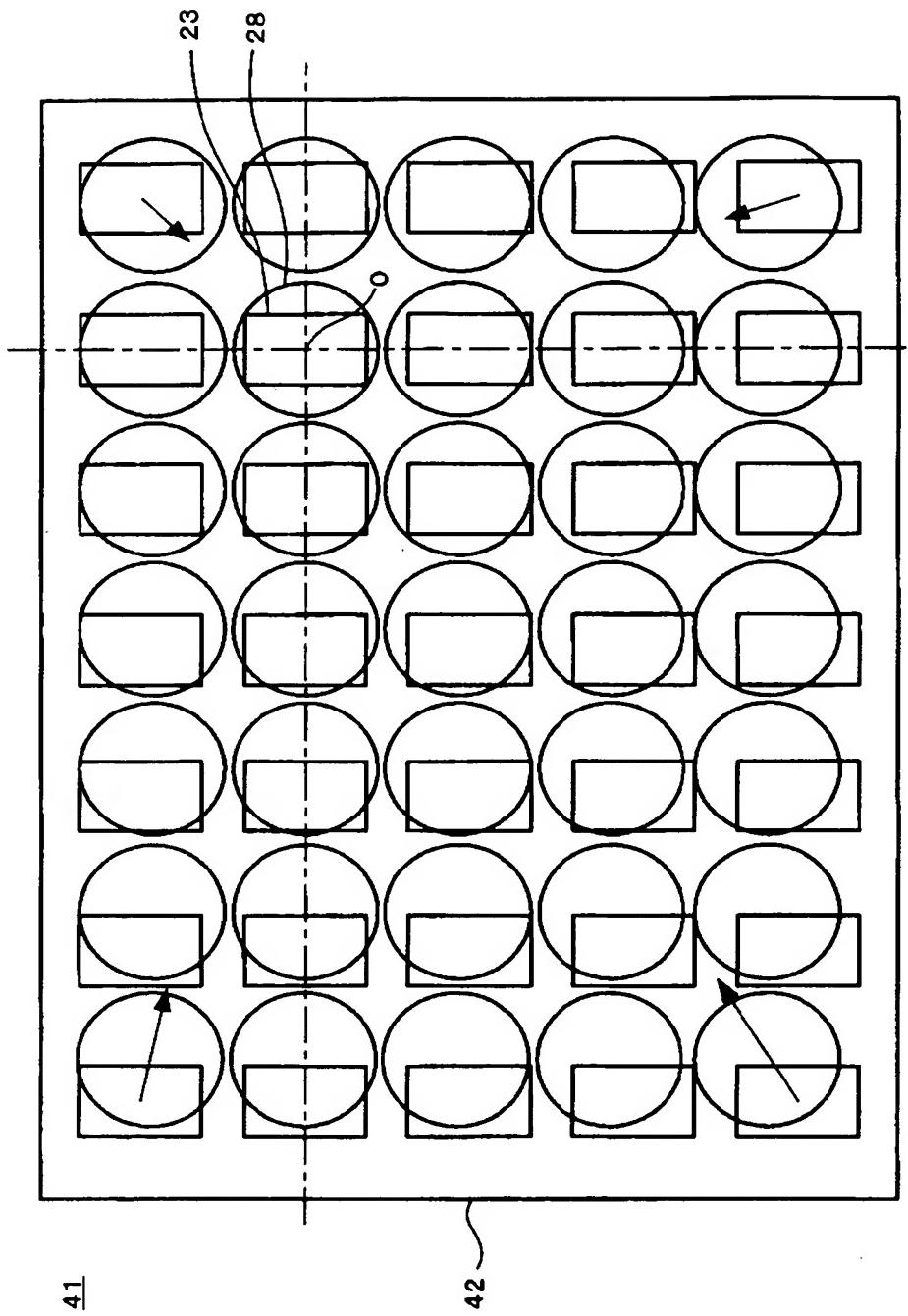
【符号の説明】

1 …… CCDイメージセンサ、 2 …… センサ部、 3 …… 垂直転送レジスター、 7 …… 遮光膜開口、 9 …… 遮光膜、 12 …… 層内レンズ、 13 …… カラーフィルタ、 14 …… 平坦化膜、 15 …… オンチップマイクロレンズ、 17 …… 撮像領域、 21 …… CMOSイメージセンサ、 22 …… 半導体基板、 23 …… センサ部、 25 [251、 252、 253] …… 配線層、 27 …… カラーフィルタ、 28 …… オンチップマイクロレンズ、 41 …… 固体撮像素子、 42 …… 撮像領域

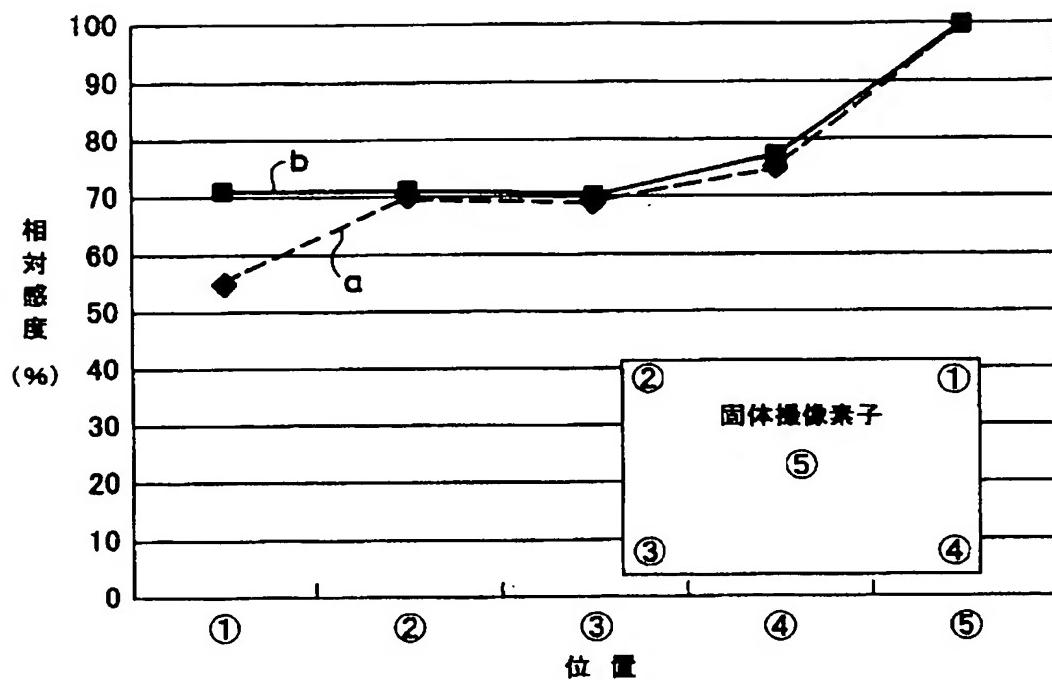
【書類名】

図面

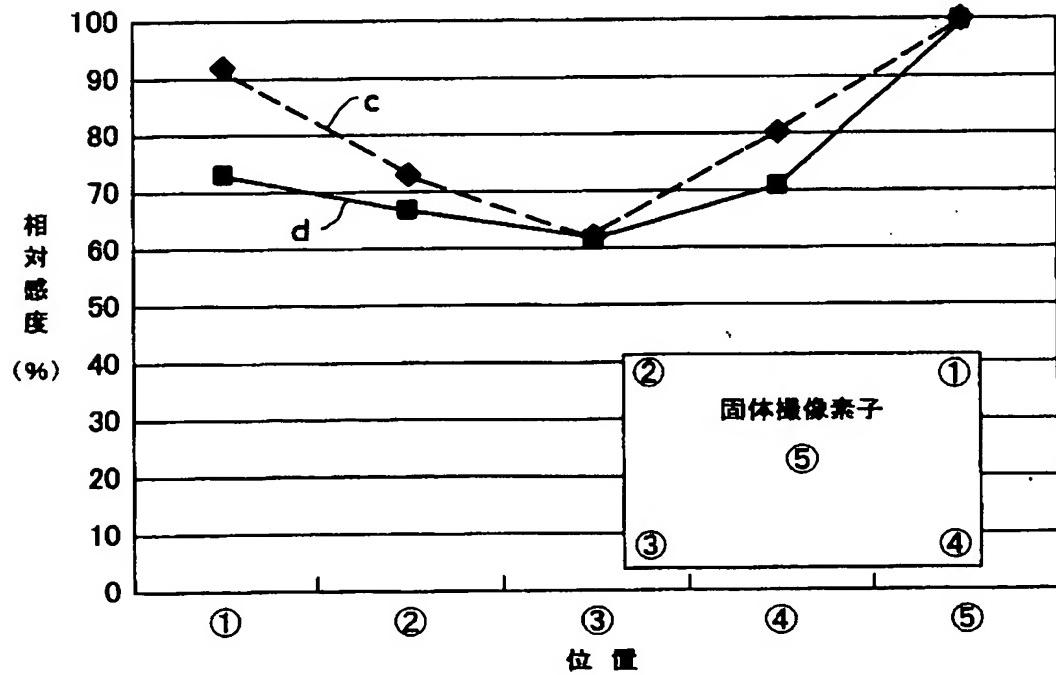
【図1】



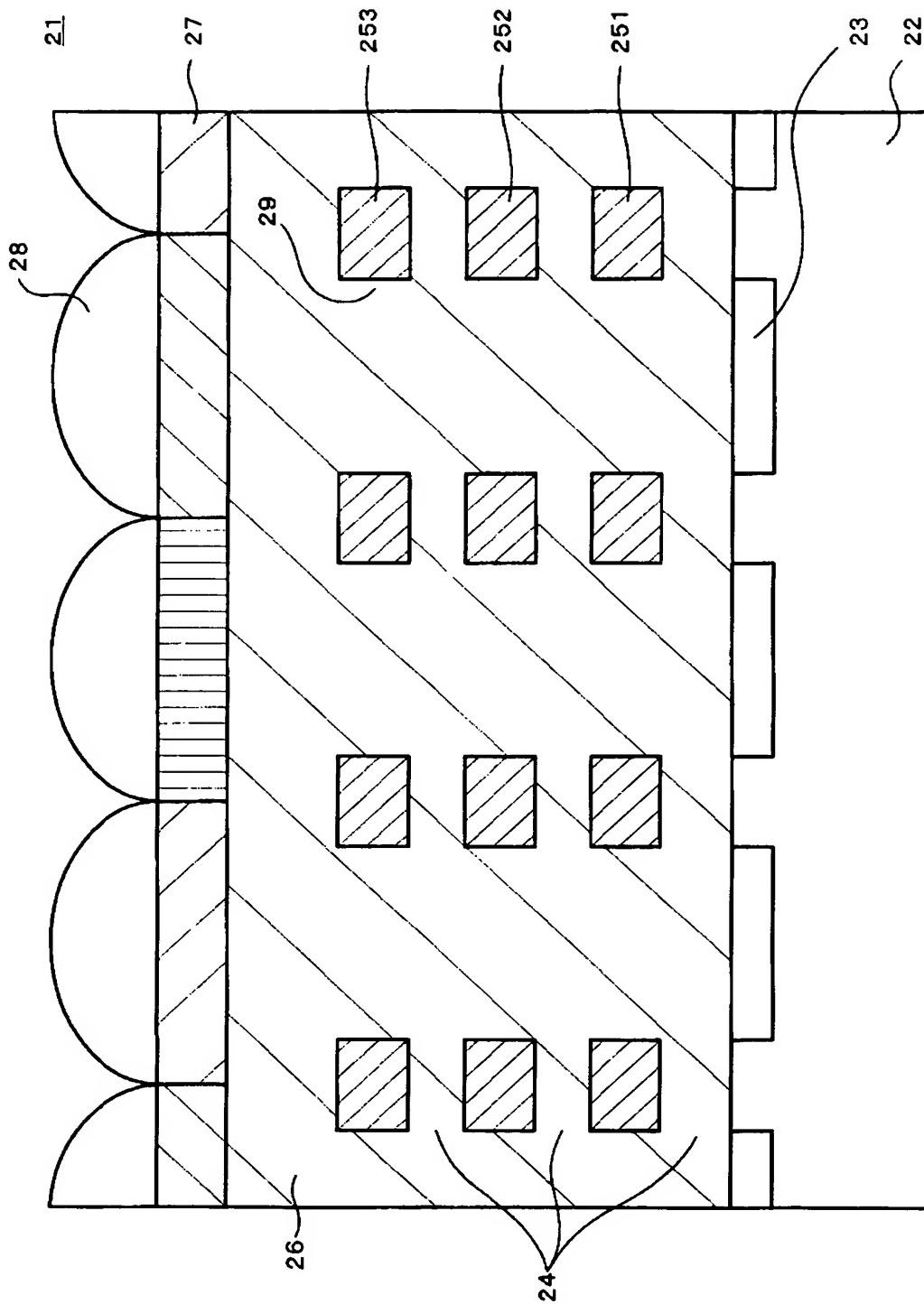
【図2】



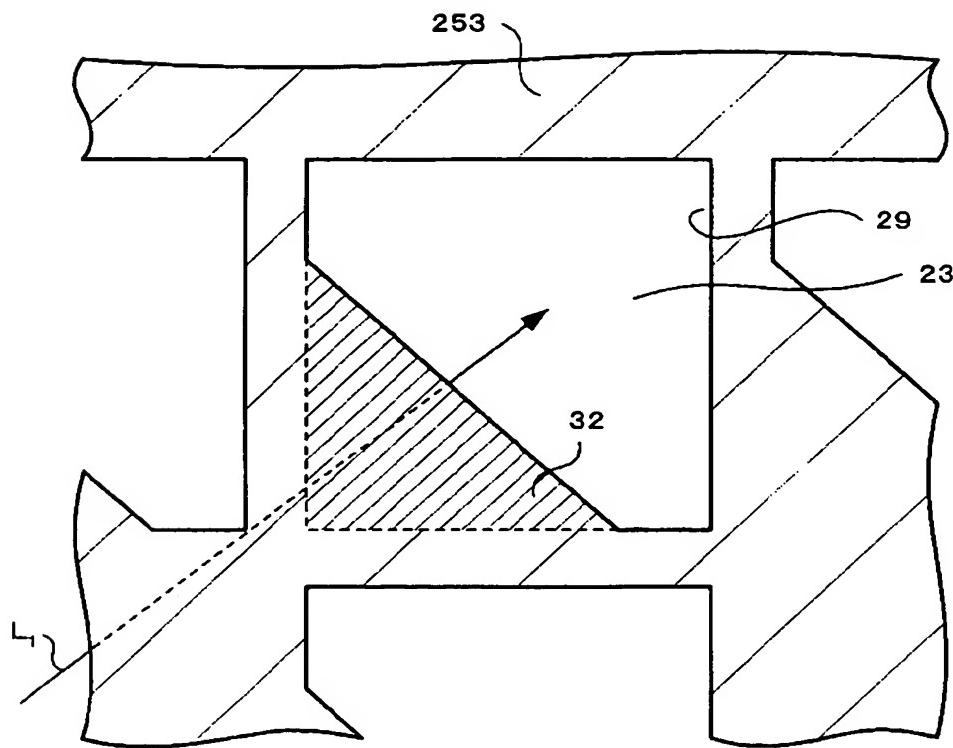
【図3】



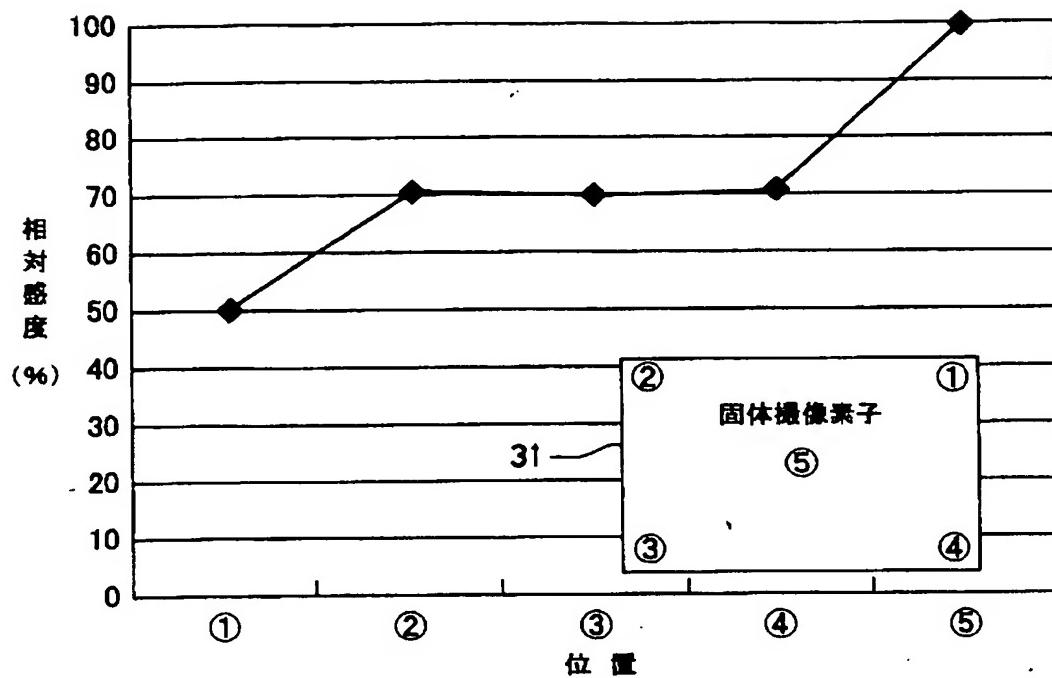
【図4】



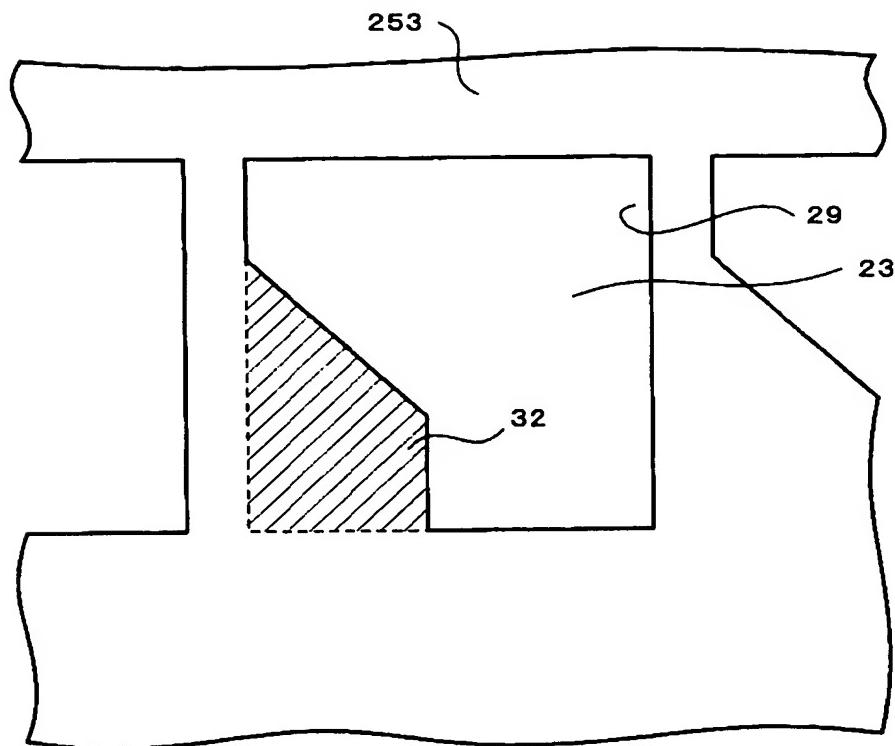
【図5】



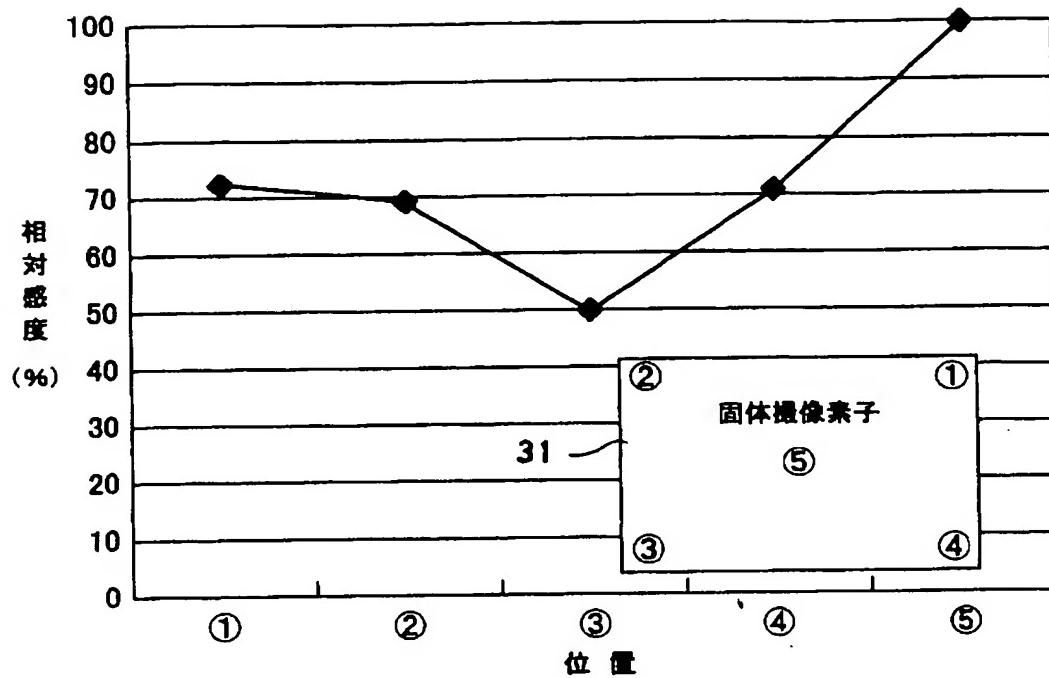
【図6】



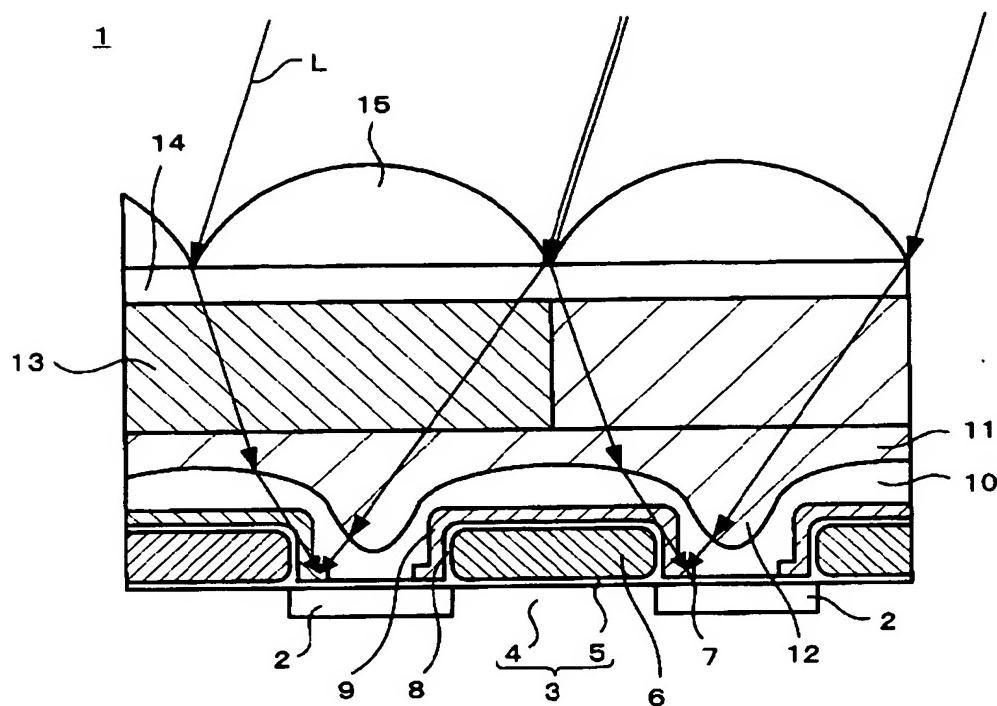
【図 7】



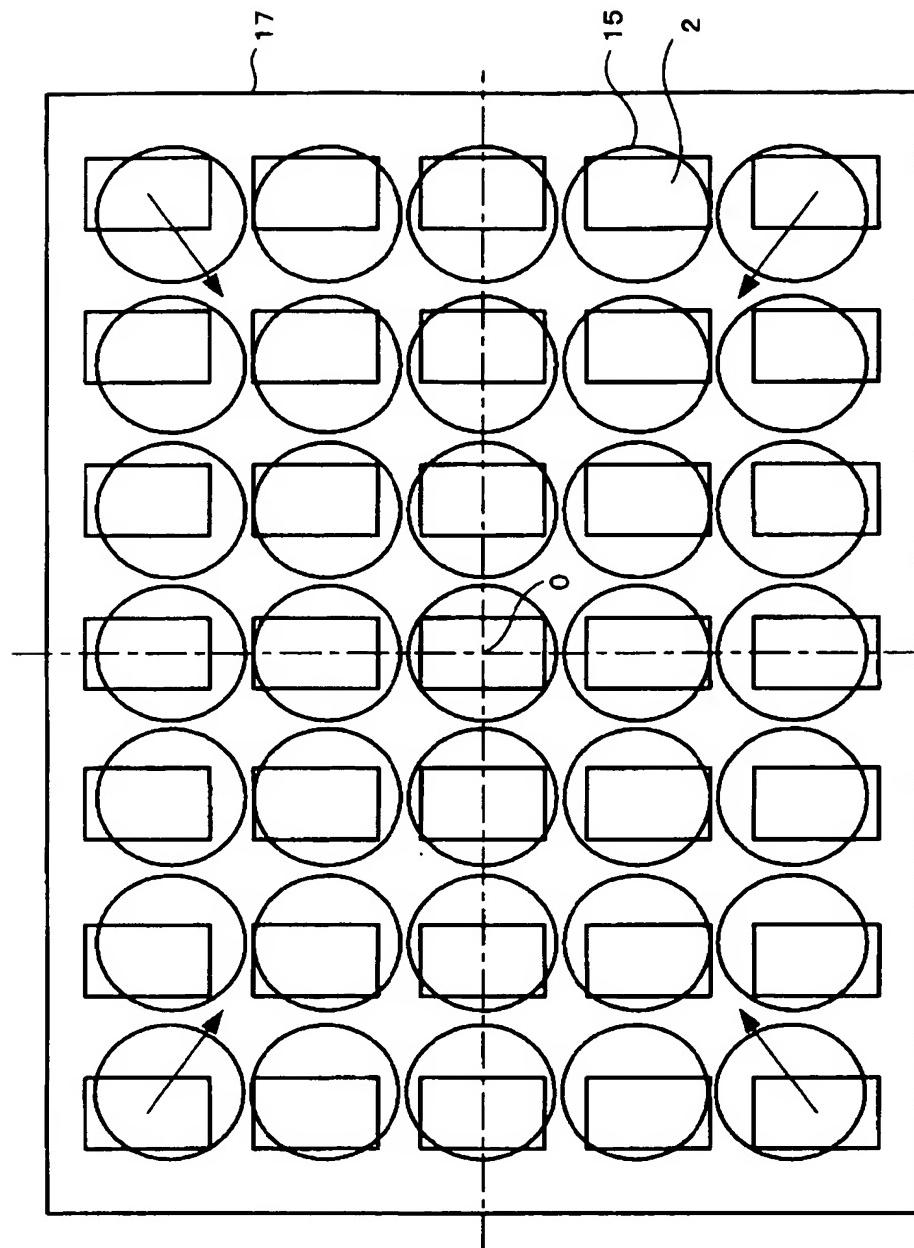
【図8】



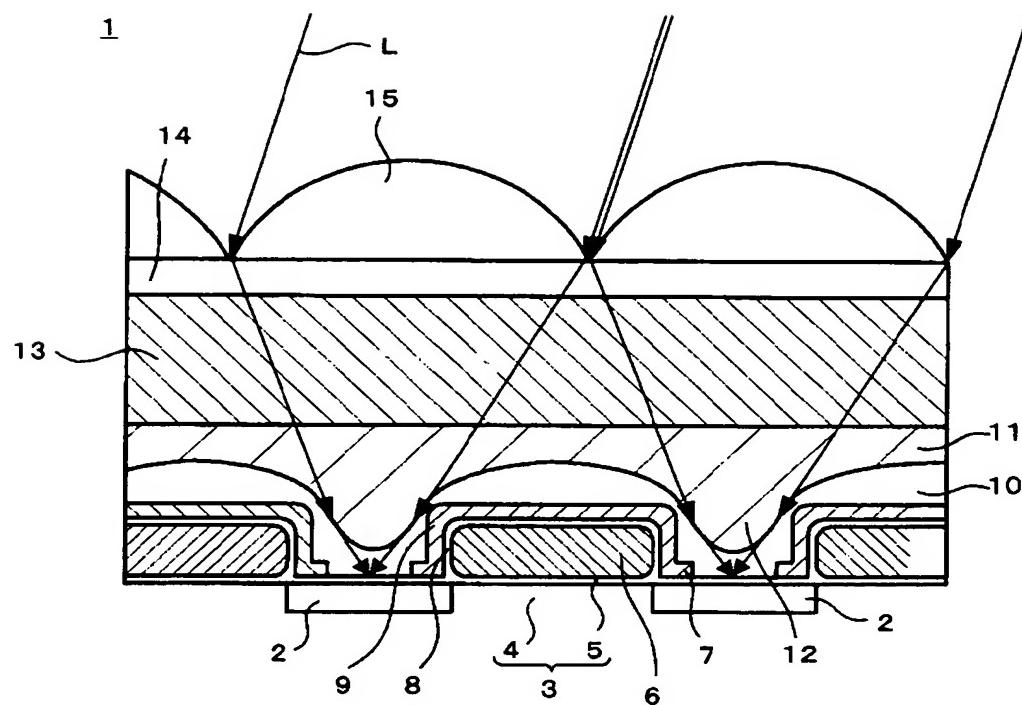
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 固体撮像素子において、撮像領域周辺の感度低下（テーディング）の改善を図る。

【解決手段】 撮像領域42の各センサ部23に対応したオンチップマイクロレンズ28を有し、オンチップマイクロレンズ28に施された射出瞳補正の縮小倍率中心が撮像領域42の中心からずれた位置Oに設定して成る。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2003-100750
受付番号 50300559999
書類名 特許願
担当官 第五担当上席 0094
作成日 平成15年 4月 4日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002185
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号
【氏名又は名称】 ソニー株式会社
申請人

【代理人】

【識別番号】 100122884
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル
信友国際特許事務所
【氏名又は名称】 角田 芳末

【選任した代理人】

【識別番号】 100113516
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル
松隈特許事務所
【氏名又は名称】 磯山 弘信

次頁無

特願 2003-100750

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏名 ソニー株式会社